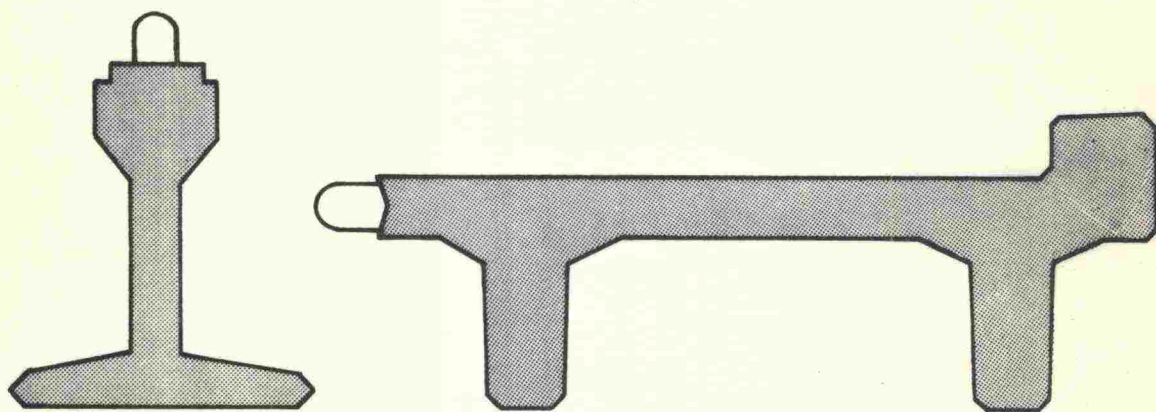


Va

# SILLANRAKENNUSTÖIDEN VALVONTAOHJE

## BETONIELEMENTTIRAKENTEET





79 332

# TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS

## S I L L A N R A K E N N U S T Ö I D E N V A L V O N T A O H J E

### 3600: B E T O N I E L E M E N T T I R A K E N T E E T

#### SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
1. YLEISTÄ .....	1
1.1 Soveltamisalue .....	1
1.2 Käsitteiden määrittely .....	1
1.3 Asiakirjat .....	1
1.4 Valmiin tuotteen laatuvaatimukset ja kelpoisuuden osoittaminen .....	2
1.5 Korjaustoimenpiteet .....	4
1.6 Valvoja .....	4
2. VALMISTUS .....	6
2.1 Rakennusaineet ja tarvikkeet .....	6
2.11 Yleistä .....	6
2.12 Betoni .....	6
2.13 Teräksiset .....	10
2.14 Muut rakennusaineet ja tarvikkeet .....	12
2.2 Muotit .....	13
2.21 Rakenteellisia vaatimuksia .....	13
2.22 Muottipinnat .....	14
2.23 Ontelot, aukot ja varaukset .....	16
2.24 Muottien käsittely .....	16
2.3 Terästen asentaminen .....	17
2.31 Betoniteräksiset .....	17
2.32 Tartuntajänteet ja niiden jännittäminen .....	18
2.33 Ankkurijänteet ja suojaputket .....	20
2.34 Erikoisosat .....	21
2.4 Betonoiminen .....	22
2.41 Esivalmistelut .....	22
2.42 Massan ominaisuudet .....	22
2.43 Muottiinpano ja tiivistäminen .....	23



2.44	Avopintojen viimeistely .....	24
2.45	Koekappaleiden tekeminen ja säilyttäminen .....	25
2.46	Merkinnät .....	26
2.5	Jälkihoito ja varastoinen .	27
2.51	Yleistä .....	27
2.52	Kovettumisolosuhteet .....	27
2.53	Muottien purku .....	28
2.54	Siirrot .....	28
2.55	Varastoiminen .....	30
2.56	Elementtien viimeistely .....	30
2.6	Elementtien jännittäminen .	31
2.61	Betonin lujuus jännityshetkellä .....	31
2.62	Laukaiseminen .....	31
2.63	Ankkurijänteiden jännittäminen ja injektointi .....	32
3.	KULJETUS .....	32
3.1	Yleistä .....	32
3.2	Tuenta ajoneuvoon .....	32
4.	ASENNUS .....	33
4.1	Asennussuunnitelma .....	33
4.2	Kalusto .....	33
4.3	Paikoilleenpano .....	34
4.4	Työnaikainen tuenta .....	34
4.5	Juotosvalut .....	34
4.6	Hitsaukset .....	34
4.7	Täydennysvalut .....	35
4.8	Rakenteen jännittäminen .....	36
5.	VIIMEISTELYTYÖT .....	36
5.1	Saumaus .....	36
5.2	Eristys .....	37
5.3	Pinnoitus .....	37
5.4	Muut viimeistelytyöt .....	38



E L E M E N T T I R A K E N T E E T

VALVONTAOHJE

1. YLEISTÄ

1.1 S o v e l t a m i s a l u e

Tämä valvontaohje on tarkoitettu betonielementtien valmistuksen ja niiden asennuksen valvontaan. Sitä laadittaessa on ajateltu ensisijaisesti siltoja, joten muiden rakenteiden valvonnassa sitä on noudatettava soveltuvin osin.

Valvontaohjetta voidaan noudattaa sekä urakalla että laitoksen omassa johdossa suoritettavissa töissä.

1.2 K ä s i t t e i d e n m ä ä r i t t e l y

Valvontaohjeessa käytetään samoja käsitteitä kuin työselityksessä.

1.3 A s i a k i r j a t

Tämä valvontaohje liittyy sillanrakennustöiden yleisen työselityksen betonielementtirakenteita käsittelevään osaan (SYT 3600). Valvontaohjeessa esitetään työn valvontaan ja kelpoisuuden toteamiseen liittyviä toimenpiteitä.

Yleisessä työselityksessä ja tässä valvontaohjeessa on viittauksia työselityksen liitteessä 1 lueteltuihin julkaisuihin. Viittauksia niihin tai muihin lähteisiin saattaa olla myös suunnitelmassa.

Työselityksen mukaan vain suunnitelmassa ja yleisessä työselityksessä tuotteelle asetetut laatuvaatimukset ovat valmistajaa sitovia.



- (1.3) Valmistajan esittäessä muutoksia pysyviä rakenteita koskeviin suunnitelmiin on valvojan perehdyttävä muutosesityksen perusteisiin ja esitettävä näkemyksensä edelleen sille organisaatiyksikölle, jonka asiana on suunnitelmien laatiminen, tarkastaminen ja hyväksyminen.

Työaikaisia rakenteita ja laitteita sekä työtapoja koskevat suunnitelmat on valvojan tarkastettava ellei tarkastusta ole määrätty muiden tehtäväksi. Tarpeen vaatiessa voi valvoja esittää laadittavaksi työsuunnitelman sellaisista-kin työvaiheista, joista sitä urakka-asiakirjojen perusteella ei ole vaadittu. Suunnittelematon työ lisää hajontaa tuotteen ominaisuuksissa.

Kunkin tuotteen tai tuoteryhmän valvonnasta tulee laatia valvontamuistio, joka voidaan taltioida todisteeksi valvontatoimenpiteistä. Valmistajan laatimat tai hankkimat työaikaisia rakenteita, työvaiheita tai laitteita koskevat suunnitelmat on liitettävä valvontamuistioon. Taltioituihin piirustuksiin ja selostuksiin on tehtävä merkinnät mahdollisista työaikaisista muutoksista.

Urakkatyön juridisiin ja taloudellisiin kysymyksiin liittyviä valvojan tehtäviä ei käsitellä tässä ohjeessa.

#### 1.4 Valmiin tuotteen laatuvaatimukset ja kelpoisuuden osoittaminen

Valvojan tulee varmistaa, että valmistaja on ymmärtänyt ja ottanut valmistuksessa huomioon kaikki tuotteelle asetetut laatuvaatimukset ja, että tämä täyttää kelpoisuuskirjaa asianmukaisesti.

Valvojan on pyrittävä olemaan läsnä koekappaleita otettaessa ja valmistettaessa sekä kokeita suoritettaessa, ellei tämä tapahdu viranomaisen toimesta tai valvonnassa. Ellei valvoja voi olla läsnä kaikissa näytteenotoissa ja kokeissa, on hänen sovittava valmistajan laaduntarkkailun kanssa yksiskohtaisesti kaikista kelpoisuuskokeista, joita varten



- (1.4) koekappaleet voidaan ottaa tai valmistaa laaduntarkkailun valvonnassa.

Valvojan on huolehdittava siitä, että valmistaja tekee (1:5) kohdan 3 mukaisen koesuunnitelman rakenteiden kelpoisuuden toteamiseksi ja esittää sen tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi hyvissä ajoin. Edelleen on pidettävä huolta, että olosuhteiden mahdollisesti vaatimat muutokset koesuunnitelmassa tehdään ajallaan ja asianmukaisesti. Kelpoisuuskokeita ei voi vaatia enempää kuin (1:5) kohdan 5.1 mukaan on laskettavissa. Tarpeen vaatiessa on kuitenkin syytä huomauttaa valmistajalle, että mitä vähemmän kokeita tehdään sitä suuremmat tuotemäärät ovat kyseessä, jos koetulokset alittavat asetetut vaatimukset. Valvojan tulee suorittaa betonipintojen laadun arvostelu mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta laatutasoa voitaisiin vielä tarvittaessa parantaa.

Elementtien mittatarkastus on myös aloitettava niin pian kuin ensimmäiset elementit ovat valmiit. Itse mittaus on työselityksessä määrätty valmistajan velvollisuudeksi. Valvojan tulee olla läsnä ainakin pistokokein. Oma mittaus saa myös käyttää.

Jos elementeissä on suurempia mittapoikkeamia kuin yleisessä työselityksessä sallitut, on valmistajalle annettava mahdollisuus osoittaa elementtien käyttökelpoisuus. Valvojan tulee myös ottaa selvää, minkälaiset selvitykset kulloinkin tarvitaan. Rakennesuunnitelmissa esitetyistä toleranssivaatimuksista poikkeaminen vaatii aina suunnitelman muutoksen.

Valmiin rakenteen laatuvaatimuksiin tulee valvojan perehtyä työselityksessä esitettyjen asialuetteloiden perusteella käyttäen tarvittaessa asiantuntija-apua hyväkseen. Työn valvonnassa tulee tarkastukset tehdä vaiheittain, koska valmiista rakenteesta ei kaikkia laatutekijöitä pystytä enää toteamaan.



## 1.5 Korjaustoimenpiteet

Säännöstä, että valmistaja ei saa ryhtyä korjaustoimenpiteisiin, ennenkuin tuotteet on tarkastettu, on yleensä pidettävä tiukasti kiinni. Toisaalta taas betonin paikkaaminen onnistuu sitä paremmin, mitä nuorempaa betoni on. Jatkuvassa tuotannossa tämä edellyttää tiheää tarkastusrytmiä, ellei asiasta toisin sovita.

On tunnettua, että laippojen yläpinnoille syntyy muottia vasten valuhuokosia, vaikka työ tehtäisiin huolellisesti. Tämän takia niiden täyttöö ei ole katsottu varsinaiseksi korjaustoimenpiteeksi, joka edellyttäisi ennakkotarkastusta ja suunnitelmaa.

Korjaussuunnitelman laajuutta ja yksityiskohtaisuutta on arvosteltava tapauskohtaisesti. Sisältö on esitystapaa tärkeämpi. Jos valvoja hyväksyy korjaussuunnitelman suullisena selvityksenä, on hänen tehtävä korjaustoimenpiteistä yksityiskohtaiset muistiinpanot valvontamuistioon, jotta ne tulevat asianmukaisesti taltioiduiksi.

Korjaustöiden yhteydessä saatetaan käyttää myös vähemmän tunnettuja aineita ja työtapoja. Valvojan on perehdyttävä niihin käyttäen tarvittaessa asiantuntija-apua hyväkseen.

Koekuormitusten valmistelu, suoritus ja analysointi edellyttävät aina asiantuntijoiden ohjausta. Valvojan tehtävät niiltä osin määrätään erikseen.

## 1.6 Valvoja

Valvoja on urakan kyseessä ollen rakennuttajan edustajan apulainen (vrt. Yleiset sopimusehdot 41 §), joka työpaikalla valvoo urakasopimuksen kaikinpuolista noudattamista. Tehtäessä elementtien valmistusta ja asentamista ns. omana työnä valvoja ei saa olla valmistuksesta ja asentamisesta vastaavan työnjohtajan alainen.



- (1.6) Valvojan tulee näin ollen olla kaikissa tapauksissa riippumaton valmistusorganisaatiosta. Hän ei saa tilapäisesti-  
kään ryhtyä johtamaan työtä esim. antamalla ohjeita suoraan työntekijöille.

Valvojan tulee ennen työn alkua perehtyä tuotteen laatuvaatimuksiin yleinen käyttökelpoisuus huomioon ottaen, valmistustekniikan sekä laaduntarkkailun- ja kelpoisuuskokeiden suoritustapaan, laajuuteen ja tulosvaatimuksiin. Lisäksi hänen on oltava selvillä kelpoisuuskirjan laatimisesta. Valvojan tulee kääntyä suunnittelun ja/tai rakentamisen asiantuntijoiden puoleen, jos tehtävien laatu sitä edellyttää.

Havaitessaan työnsuorituksessa, raaka-aineissa tai tuotteissa seikkoja, jotka ovat määräysten vastaisia ja saattavat johtaa lopputulokseen, joka ei täytä kaikkia vaatimuksia, on valvojan ilmoitettava tästä viipymättä valmistajan edustajalle. Ilmoitus on merkittävä muistiin ja saatettava välittömästi myös sen organisaatioyksikön tietoon, jonka asiana on tuotteen vastaanottaminen ja hyväksyminen.

Valvojan ei tule luovuttaa edelleen sellaisia tarkastuskäynneillään saamia valmistusmenetelmiin liittyviä tietoja, joita on pidettävä ammattisalaisuuksina tai sen luonteisina. Luottamuksellisina saadut tiedot on säilytettävä siten, että ne eivät voi vahingossakaan joutua kilpailevien yritysten tietoon.

Valvojan tehtävien laajuus sekä hänen oikeutensa ja velvollisuutensa määritellään tarkemmin tai edellä esitetystä poikkeavasti toimenkuvauksen tai toimeksiannon yhteydessä.



## 2. VALMISTUS

### 2.1 Rakennusaineet ja -tarvikkeet

#### 2.11 Yleistä

Kaikista aineista ja tarvikkeista on selvitettävä alkuperä ja sellaiset tiedot, joita tarvitaan vertailtaessa aineiden ja tarvikkeiden ominaisuuksia suunnitelmassa tai muissa asiakirjoissa esitettyihin vaatimuksiin. Ne on merkittävä tuotteen kelpoisuuskirjaan yleisessä työselityksessä esitettyssä laajuudessa. Erityisesti on valvojan kiinnitettävä huomiota siihen, että ominaisuuksista annetut tiedot koskevat sitä valmistus- tai toimituserää, jota on käytetty tuotteen valmistukseen. Samalla on myös arvosteltava, ovatko aineet tai tarvikkeet ominaisuuksiltaan tasalaatuisia.

Selvityksen luotettavuuden arvostelee ensivaiheessa valvoja kysyen tarvittaessa neuvoa asiantuntijoilta. Valvojan tulee ilmoittaa välittömästi valmistajalle, jos hän katsoo annetut selvitykset riittämättömiksi tai toteaa, että aineet ja tarvikkeet eivät täytä kaikkia laatuvaatimuksia. Jos valmistukseen kuitenkin ryhdytään, ennenkuin aineiden ja tarvikkeiden kelpoisuus on todettu, on siitä tehtävä merkintä valvontamuistioon. Tuotteen vastaanottotarkastuksen yhteydessä harkitsee katselmusmies tai muu vastaanottaja mm. arvonvähennys- ja hylkäysperusteiden pohjalta, mihin toimenpiteisiin on ryhdyttävä, jos valmistukseen on käytetty aineita tai tarvikkeita, joiden kelpoisuutta ei ole osoitettu.

#### 2.12 Betoni

Betonin kelpoisuus voidaan lopullisesti todeta vasta työaikaisista kelpoisuuskokeista eli sen jälkeen, kun betoni on jo rakenteessakin kovettunut ja mitään ei ole enää tehtävissä sen laadun parantamiseksi. Valvomalla betonin aineosien laatua ja selvittämällä etukäteen seossuhteet, joilla halutut ominaisuudet ovat saavutettavissa, voidaan



- (2.12) betonin kelpoisuus varmistaa riittävällä todennäköisyydellä. Aineosien laadun varmistaminen samoin kuin ennakkokokeista huolehtiminen kuuluvat valmistajan velvollisuuksiin. Valvojan tehtävänä on lähinnä varmistaa, että valmistaja täyttää tämän velvollisuutensa ja hankkii kelpoisuuskirjaan tarvittavat tiedot betonin aineosista ja seossuhteista.

S e m e n t i n osalta on valvojan sisäministeriön pitämästä luettelosta todettava, että käytetty valmiste kuuluu niihin, joista on tehty laadunvalvontasopimus. Ellei käytettäväksi aiottua nimikettä löydy em. luettelosta, kuten on laita esim. tuotesementin suhteen, on valvojan vaadittava hyväksytyn koetuslaitoksen lausuntoa toimituserän kelpoisuudesta.

Koska sementin laatu saattaa huonontua varastoinnin ja siirtojen aikana, on varastointi- ja siirtojärjestely todettava ennen valmistuksen aloittamista ja merkittävä valvontamuistioon.

Elementtitehtaissa käytetään yleensä nopeasti kovettuvaa portlandsementtiä. Jos suunnitelmassa vaaditaan yleisportlandsementin käyttämistä eikä siihen saada muutosta, on valvojan varmistettava, että näin myös tapahtuu, vaikka toimenpide edellyttäisi siilon tyhjentämistä tai muita hankalia toimenpiteitä.

R u n k o a i n e e n laatua on valvojan vaikea seurata yksityiskohtaisesti. Sen sijaan hän voi selvittää, millä tavalla runkoaineen toimittaja ja elementtien valmistaja hoitavat laadun tarkkailun. Mm. seuraaviin seikkoihin on kiinnitettävä huomiota:

- ottopaikat
- toimittaja ja toimitusehdot
- toimittajan laaduntarkkailu
- lajittelu
- varastointi tehtaalla
- annostelu



- (2.12) Oleellista on, että runkoainelajitteiden rakeisuus ja kosteus vaihtelevat mahdollisimman vähän ja että haitallisia epäpuhtauksia ei pääse mukaan. Valvojan on tarkastettava, että asianmukaiset rakeisuuden ja kosteuden määritykset on suoritettu ja että suhteitukset perustuvat niihin. Hienoainespitoisuudet on määritettävä kaikista runkoainelajitteista.

Jos runkoaines sisältää runsaasti ( $> 5 \%$ )  $0.25 \text{ mm}$  ~~#~~ seulan läpäisevää hienoainesta, on sementtiä käytettävä suhteellisen paljon lujia betonilaatuja valmistettaessa. Suuri sementtimäärä lisää veden tarvetta ja sitä kautta betonin pitkäaikaismuodonmuutoksia ja kutistushalkeamien mahdollisuutta. Jos jännitetyissä rakenteissa sementtimäärä nousee yli  $450 \text{ kg/m}^3$ , on valvojan kysymällä suunnittelijalta varmistettava, voidaanko ylitys sallia. Suuri hienoainespitoisuus vaikeuttaa myös suojahuokossuhteen  $\cong 0.20$  saavuttamista, jos samanaikaisesti vaaditaan suurta lujuutta. Vaikka valmistajaa sitovina vaatimuksina onkin pidettävä niitä, jotka kovettuneelle betonille asetetaan ja jotka ovat kelpoisuuskokein osoitettavissa, on valvojan kiinnitettävä huomiota runkoaineen hienoainespitoisuuksiin ja niiden vaihteluihin sekä tarpeen vaatiessa vaadittava runkoaineen lietelajittelua betonin laadun ja tasalaatuisuuden parantamiseksi. Rajatapauksissa on valvojan syytä neuvotella asiantuntijoiden kanssa. Sopivaa lisätietoa betonin runkoaineesta löytyy mm. lähteestä (33), jossa on otsikko

1.2 Runkoaine. Tekemistään havainnoista ja esityksistä sekä valmistajan toimenpiteistä on valvojan tehtävä merkinnät valvontamuistioon. Elementtien vastaanottotarkastuksen yhteydessä voidaan sitten harkita, antaako runkoaineesta saatu tieto aiheutta tarkempiin tutkimuksiin esim. betonin ominaisuuksissa odotettavissa olevan suuren hajonnan perusteella.

V e d e s t ä on selvitettävä sen alkuperä vedenottamoa myöten. Yleisestä vesijohtoverkosta otettua vettä voidaan pitää betoniin kelpaavana. Muukin juotavaksi käytettävä vesi on riittävän puhdasta betoniin. Muissa tapauksissa on



- (2.12) valvojan harkittava, onko veden laadusta vaadittava todisteita. Varovaisuutta edellyttäviä ovat tapaukset, joissa jätevedet voivat päästä uomia tai pohjavesiä pitkin vedenottamoon. Merivettä ei pidetä sopivana jännitettyihin rakenteisiin kloridipitoisuuteen liittyvän korroosiovaaran takia ja muutenkin sen käyttöä olisi syytä välttää. Vrt. (33) kohta 1.3.1.2. Samasta lähteestä löytyy muutakin tietoa betonin valmistukseen käytettävästä vedestä.

Sopivilla l i s ä a i n e i l l a voidaan helpottaa betonointia ja siten varmistaa laatuvaatimusten saavuttamista. Eräitten betonin ominaisuuksien esim. hyvän pakkasenkestävyyden saavuttaminen ei ole mahdollistakaan ilman lisäaineita. Lisäaineilla voi olla myös haitallisia ominaisuuksia.

Harkinta siitä, onko lisäaineita käytettävä, kuuluu valmistajalle. Edelleen on valmistajan suunniteltava, mitä lisäaineita on käytettävä ja millä tavalla. Useilla betonituotetehtailla on oma valikoimansa lisäaineita, joiden käyttöön ne ovat tottuneet. Valvojan tulee tarkistaa, että käytettäväksi aiotuilla lisäaineilla on voimassa oleva hyväksytty käyttöseloste. On suotavaa, että valvoja vaatii käyttöselosteet nähtäväkseen ja tutustuu myös niihin. Uusien lisäainanimikkeiden suosittelu ei ole asiallista. Sen sijaan on valvojan ilmoitettava valmistajalle, jos hänen tietoonsa on tullut epäonnistumisia suunniteltuja lisäaineita käytettäessä.

Lisäaineista on valvojan mahdollisuuksien mukaan selvitettävä mm. valmistaja, toimitustapa, varastoiminen, ikä ja annostelu. Lisäaineiden säilytyksessä voivat esim. kosteus, kuumeneminen tai jäätyminen olla haitallisia. Käyttökelpoisuusaika voi myös olla rajoitettu. Oikean lisäaineen tunnistamisen ja annostelun varmuus on tietenkin myös valvojan huomionkohteena.

Selostavaa lisätietoa lisäaineista löytyy mm. lähteestä (33) otsikon 1.3.2 "Betonin lisäaineet" alta. Lähde (6) on myös hyödyksi.



- (2.12) Betonin s u h t e i t u s eli aineosien ja niiden keskinäisten suhteiden valinta vaikuttaa suoraan sekä tuoreen betonimassan että kovettuneen betonin ominaisuuksiin. Massan muokkautuvuus, joka on yhteisnimitys betonin työstettävyysominaisuuksille: koossapysyvyys, tiivistyvyys ja notkeus, vaikuttaa taas valun onnistumiseen ja sitä kautta kovettuneen betonin ominaisuuksiin valmiissa tuotteessa.

Suhteituksen tekeminen ja suhteitusmenetelmien valinta kuuluvat valmistajalle. Valvojan tulisi perehtyä suhteituksessa käytettyyn menetelmään sekä rakeisuus -ym. perustietoihin. Huomiota tulee kiinnittää myös tapaan, jolla suhteitusta korjataan. Suhteitusmenetelmään mahdollisesti liittyviä ammattisalaisuuksia ei valmistajaa kuitenkaan pidä vaatia paljastamaan.

Betonin suhteituksesta on lisätietoa mm. lähteessä (33) luku 3.1 Betonimassan suhteitus ja -ominaisuudet.

S e k o i t t i m e n toimintaan ja käyttöön on valvojan kiinnitettävä mahdollisuuksien mukaan huomiota. Tarkkailtavia asioita on selostettu työselityksen ohjeosassa.

Betonin ominaisuuksien ja etenkin niiden hajonnan kannalta on tärkeää, että aineosien m i t t a u s - j a a n - n o s t e l u suoritetaan tarkasti. Sekä laitteiden hyvä kunto että myllärin huolellisuus ovat tärkeitä. Mikäli valvoja havaitsee tai epäilee laitteiden toiminnassa epätarkkuutta, voi hän vaatia tarkastuksen suorittamista. Valmistajalta voidaan edellyttää laitteiden toiminnan yksityiskohtaista selostamista ja vaa'attujen tarkistuspainojen paikalle saattamista.

## 2.13 Teräket

Suomessa valmistettavat b e t o n i t e r ä k s e t j a - v e r k o t ovat yleensä VTT:n laadunvalvonnassa. Vaikka tällä laadunvalvontamenettelyllä pyritäänkin siihen, että



- (2.13) markkinoilla ei olisi sellaista kotimaassa valmistettua betoniterästä, joka ei täyttäisi kelpoisuusvaatimuksia, on valvojan vaadittava, että teräsnipuissa olevien lipukkeitten avulla osoitetaan teräksen laatu, valmistaja ja valmistuserien tunnukset. Näiden tietojen avulla voidaan myöhemmin tarpeen vaatiessa löytää valmistuseriin liittyvät aineenkoetustodistukset. Kelpoisuuskirjaan niitä ei tarvitse liittää ilman erikoista syytä. Valvojan pitää sisäasiainministeriön pitämään luetteloon vertaamalla varmistaa, että ko. terästen valmistus tapahtuu VTT:n valvonnassa ja tehdä siitä merkintä valvontamuistioon.

Jos valvojalla ei ole tilaisuutta tarkastaa avaamattomia teräsnippuja, voi hän myöhemminkin harjateräksiin tehdyistä valssausmerkeistä todeta valmistajan ja teräslaadun ja siten varmistaa hänelle annettua selvitystä. Pyöröteräksestä saattaa löytyä maalattuja laatutunnuksia tangon päistä. Hitsattavien betoniterästen A220S ja A400HS tunnusväri on punainen.

Ellei betoniteräslaatu tai verkko ole voimassaolevan standardin mukainen, on sen soveltuvuudesta vaadittava VTT:n lausunto tai sitä vastaava viranomaisen antama käyttö lupa. Jos taas valmistuksessa käytetään sellaisia betoniteräksiä tai verkkoja, jotka eivät ole VTT:n valvonnassa, on niiden kelpoisuus osoitettava valmistuserittäin VTT:n lausunnolla. Valmistukseen käytettyjen terästen valmistuserien tunnukset tulee osoittaa valvojalle luotettavasti. Ellei valmistuseristä saada luotettavaa selvitystä, on valmistukseen käytettävistä tangoista, langoista ja verkoista otettava näytteet lähteen (1/4) kohdan 4.3.2.1 mukaisesti kelpoisuuskokeita varten mahdollisia uusintakokeita unohtamatta. Tärkeätä on sopia valmistajan kanssa siitä, miten tutkittava teräserä jaetaan koetuseriin, joiden hyväksyminen riippuu suoritettavien kokeiden tuloksista. Mikäli teräksestä, jonka kelpoisuutta ei ole osoitettu, on jo ehditty valmistaa raudoituselementtejä, on näytteitä otettava myös näistä. Vrt. myös kohtaa 2.11. Koetulokset on liitettävä kelpoisuuskirjaan.



(2.13) J ä n n e t e r ä s t e n laatuvaatimukset on määritelty Suomen Betoniyhdistys ry:n hyväksymässä käyttöselosteessa. Sen lisäksi voi suunnitelmassa olla esim. relaksaatiota koskevia lisävaatimuksia. Jos jänneteräs on VTT:n laadunvalvonnassa, riittää kelpoisuuden osoittamiseksi valmistuserien tunnusten selvittäminen. Siinä tapauksessa, että suunnitelmassa on esitetty käyttöselosteesta poikkeavia vaatimuksia, on aineenkoetustodistukset kuitenkin vaadittava kelpoisuuskirjaan liitettäväksi. Jos taas kysymyksessä on teräs, jonka valmistusta VTT ei valvo, on toimituserien kelpoisuus selvitettävä valmistuserittäin VTT:n lausunnon ja aineenkoetustodistusten perusteella. Periaatteenä on pidettävä, että kiepin ja nipun laadusta ei voida sanoa mitään, ellei siitä löydy asianmukaista valmistuserää kuvaavaa merkintää. Tällöin on mahdollisuus ottaa näytekappaleet jokaisesta kiepistä ja vyyhdestä ja tehdä kokeet suunnitelmassa ja käyttöselosteessa vaadittujen ominaisuuksien selvittämiseksi.

R a k e n n e t e r ä s t e n kelpoisuuden selvittäminen on sitä tärkeämpää, mitä korkeimmista lujuus- ja laatuluokista on kysymys. Luotettavana selvityksenä voidaan pitää stanssattujen sulatusnumeroiden toteamista aineskappaleista ja niitä vastaavissa tehtaassa aineenkoetustodistuksissa esitettyjen tulosten vertaamista laatuvaatimuksiin. Hitsattavissa rakenneosissa on laatuluokkaa koskeva vaatimus tärkeä. Erot eri laatuluokkien välillä ovat lähinnä iskutestikehyksen koetuslämpötilassa. DIN 17100 mukaan toimitettu teräs kelpaa useimmiten SFS 200 mukaan määritellyn teräslaadun sijaan. Vastaavuus voidaan selvittää vertaamalla mainittujen standardien analyysi- ja lujuusarvoja koskevia vaatimuksia keskenään.

## 2.14 Muut rakennusaineet ja tarvikkeet

Muitten rakennusaineiden ja -tarvikkeiden kelpoisuuden selvittäminen edellyttää valvojalta yleensä perehtymistä niiden käyttötarkoitukseen rakenteissa, koska laatuvaatimukset määräytyvät usein toiminnallisten vaatimusten perusteella.



- (2.14) Pakkausten ja tuoteselosteiden tarkastaminen varmistaa jossain määrin tuotteen alkuperää ja käyttötarkoitusta. Tarpeen vaatiessa voi valvoja vaatia tehtäväksi kokeita tai muita tutkimuksia vaadittujen ominaisuuksien selvittämiseksi.

Ruuveja, muttereita ja aluslaattoja voidaan yleensä pitää sellaisina tuotteina, joiden valmistus on riittävästi valvottua. Lujuusmerkinnät käyvät ilmi sekä pakkauksista että itse kappaleista ja ne voidaan helposti selvittää standardin SFS 2175 (26) avulla, jos kysymyksessä on kotimainen valmiste. Kitkaliitoksissa käytetään yleensä DIN 6914 mukaisia ruuveja saman standardin mukaisin merkinnöin. Mutterit ja aluslaatat ovat vastaavasti DIN 6915 ja DIN 6916 mukaisia.

Tutkittaessa kitkaliitosten ruuvien kelpoisuutta on huomattava, että kitka mutterin kierteissä sekä mutterin ja aluslaatan välillä voi vaihdella niin paljon, että keskimääräisiä kiristysvääntömomentin arvoja käytettäessä ruuvit voivat joko katketa tai varmuus liukumista vastaan jäädä liian pieneksi jopa alle 1.0. Tämän takia voidaan suunnitelmassa tai muissa asiakirjoissa vaatia, että kitkaliitosten ruuveille on määritettävä kiristysvääntömomentin ja esijäntysvoiman välinen yhteys. Tämä koe vaatii melko paljon aikaa (useita viikkoja).

## 2.2 M u o t i t

### 2.21 Rakenteellisia vaatimuksia

Huolellinen muottityö alkaa luotettavista perustuksista. Valvojan on syytä kiinnittää huomiota erikoisesti tapauksiin, joissa valualusta on uusi tai routa saattaa päästä liikuttelemaan perustuksia. Muottien jäykkyydessä on taas kysymys siitä, että pohjan alla on riittävästi tukia ja että valupaine ei taivuta muotin seinämiä tai muita osia pois muodostaan.



- (2.21) Muottilohkojen yhteenliittämismekanismin tulee olla varmatoiminen. Valvoja voi valmistuksen aikana tarkkailla, menevätkö osat pakottamatta paikoilleen ja asettuvatko ne aina samaan asentoon. Purkamisen tulee tapahtua myös ilman väkivaltaa ja elementtien vahingoittuminen ei voi ollenkaan tulla kysymykseen. Jos muotteja täytyy usein suoristaa tai muuten korjata, voi valvoja huomauttaa valmistajalle muot-tirakenteen heikkoudesta sekä varautua elementtien mitta-vaihteluihin.

Valvojan ei yleensä tarvitse tarkastaa muottien mittoja, koska itse elementtien mitat voidaan tarkastaa. Jos kuitenkin on kysymyksessä uusi elementtityyppi ja varsinkin, jos elementin arvo on suuri, tulisi valvojan tarkastaa muotin mitat tai ainakin varmistaa, että valmistaja tekee sen huolellisesti. Jokaista elementtiä varten erikseen rakennettavat muotit pitäisi myös tarkastaa yksityiskoh-taisesti, jotta hylättäviä tai arvovähennystä edellyttä-vien elementtien määrä jäisi mahdollisimman pieneksi.

Täydellinen muottien mittatarkastus on yleensä mahdotonta sen jälkeen, kun teräkset on asennettu. Suositeltavaa on, että tällainen mittatarkastus tehdään tyhjässä muotissa ja valmistuksen aikana tarkastetaan vain muutamat valitut mitat. Kiinnityslaitteisiin voidaan tehdä rajoittimia tai tarkistusmerkkejä oikean asennon varmistamiseksi.

## 2.22 Muottipinnat

Betonipintojen laatuvaatimukset koskevat valmista valupin-taa. Muoteilla on kuitenkin suoranainen vaikutus sellaisiin laatutekijöihin kuin nystermät, hammastukset, valupurseet sekä käyryys ja aaltoilu. Myös kuoppien, valuhuokosten ja harvavalun syntyyn voi muoteilla olla vaikutusta. Valvojan tulee kiinnittää valmistajan huomiota sellaisiin vikoihin muoteissa, jotka todennäköisesti tulevat vaikuttamaan hai-tallisesti valmiin betonipinnan laatutekijöihin. Luokkavaa-timusten arvostelu muottipinnoista ei sen sijaan ole tar-koituksenmukaista.



- (2.22) Muottipinnan saumakuviointia arvosteltaessa voidaan otaksua, että elementtien näkyvissä pinnoissa ei suunnittelija ole tarkoittanut tilkkutäkkivaikutelmaa, ellei sitä ole suunnitelmassa erikseen mainittu. Rakenteessa piiloon jäävissä pinnoissa voidaan muottipinta tehdä pienistäkin kappaleista, kunhan pinnan laatuvaatimukset vain saavutetaan.

Suunnitelmassa esitetty vaatimus pintojen karhentamisesta tai kuvioinnista on jo sinänsä osoitus pinnan ulkonäölle asetettavista korkeista laatuvaatimuksista. Tällaisissa tapauksissa on tarkoituksenmukaisempaa tarkastaa muottipintojen laatu mahdollisimman huolellisesti ennen betonointia kuin kiistellä mahdollisista arvon vähennyksistä jälkeinpäin.

Kertamuotteja lukuunottamatta vaaditaan muottien pintamateriaalilta, että se voidaan puhdistaa kunkin valukerran jälkeen huolellisesti sekä tarvittaessa käsitellä betonin tarttumisen estämiseksi. Valvojan tulee tässäkin mielessä kiinnittää muottipintoihin huomiota sekä havaitessaan muottien kulumisen tai vaurioitumisen takia tulleen huonokuntoisiksi tehdä asiasta tarpeelliset huomautukset ja kehoitukset valmistajalle. Muottipinnoissa havaittu vika tai puute on tietenkin valvojalle syy suorittaa elementtien pintojen tarkastus erityisen huolellisesti.

Valvojan tulee suunnitelmasta selvittää ne saumapinnat, joilta rakenteessa vaaditaan tartuntaa. Epäselvissä tapauksissa on valvojan syytä esim. suunnittajalta kysymällä tarkistaa asia ja ainakin silloin, kun saumapinnoissa on tartuntateräksiä. Työselityksessä mainittua rei'itettyä ja profiloitua teräslevyä ei tietenkään tarvitse käyttää, jos suunnitelmassa on esitetty yksityiskohtaisesti jokin muu saumarakenne.



## 2.23 Ontelot, aukot ja varaukset

Näihin muottien erikoisosiin liittyy usein huomattavia tarkkuusvaatimuksia. Tarkastettavia asioita ovat koko ja sijainti sekä kiinnitys. Aukkojen ja varausten muottien tarkastamisen voi valvoja jättää vähemmälle, koska työntulos on todettavissa valmiista elementeistä. Sellaiset onteloiden muotit, jotka jäävät purkamatta, ansaitsevat sitä vastoin erikoisen huomion osakseen. Jos muottien rakenteessa tai kiinnityksessä on havaittavissa epävarmuutta, on valvojan, huomautettuaan siitä valmistajalle, saatettava se myös työntuloksen hyväksyjän tietoon. Suotavaa on, että valvoja selvittää jo valmistuksen alkuvaiheessa, onko valmiiden elementtien tarkastuksessa ryhdyttävä erikoistimenpiteisiin onteloiden koon ja aseman selvittämiseksi.

## 2.24 Muottien käsittely

Hyvälläkään muottirakenteella ei saada kunnollista työntulosta, ellei muotteja puhdisteta huolella ja käsitellä tarkoitukseen soveltuvilla aineilla. Muottielementtien saumat ja liitokset on puhdistuksessa käsiteltävä perusteellisesti ja samalla varovasti, jotta saumojen tiiviys voidaan taata.

Puutteellinen puhdistus vaikuttaa yleensä elementtien pinnan laatuun. Muoteista irtoavat kovettuneet kokkareet saattavat myös heikentää lujuutta. Muottien puhdistuksessa havaitsemiinsa laiminlyönteihin on valvojan suhtauduttava vakavasti, koska on tarpeetonta, että valmistaja pienessä työssä tinkimällä saattaa aiheuttaa huomattavan laatutason alenemisen.

Muottiöljyistä on valvojan selvitettävä, onko käytetty tuote tarkoitukseen soveltuvaa. Muottiöljyiksi valmistettuja tuotteita voidaan pitää käyttökelpoisina, elleivät kokemukset anna muuhun aihetta.



- (2.24) Muottiöljyjen käyttöä on valvojan seurattava tarkasti. Öljyä ei saa päästää kosketuksiin betoni- eikä jänneterästen kanssa. Ennalta arvaamattoman syyn johdosta öljyyntymään päässeet betoniteräket voi valvoja hyväksyä puhdistettaviksi tehokkailla liuottimilla, jos hän valvoo myös puhdistuksen onnistumisen. Läpiöljyyntyneiden punosten puhdistamiseen on syytä suhtautua suurella varauksella, koska lankojen väliin mennyttä öljyä on mahdotonta puhdistaa. Ei voida myöskään otaksua, että lankojen välissä oleva öljy ei haittaisi tartuntaa.

Muottien öljyminen ja raudoitustyö on järjestettävä siten, että muottilohkojen öljyminen tapahtuu kaukana raudoituksesta. Jos muotin pohja öljytään, ei teräksiä saa asentaa öljytyn muotin päälle ilman välikkeitä.

Jo senkin takia, että kasteltavien lautamuottien käyttö elementtien valmistuksessa on harvinaista, on valvojan tällaisissa tapauksissa ohjein ja tarkastuksin varmistettava, että työ tulee huolella tehdyksi.

## 2.3 Terästen asentaminen

### 2.31 Betoniteräket

Terästen asemaa on vaikea todeta valmiista elementeistä, vaikka mittauslaitteita onkin olemassa. Sen takia valvojan pitää pyrkiä varmistamaan ennen valua, että rauditus on oikean muotoinen ja kiinnitetty tukevasti oikeaan asentonsa. Sen lisäksi on suositeltavaa, että valmiista elementeistä vielä todetaan magneettisella mittarilla suojaavan betonikerroksen paksuuksia ainakin pistokokein.

Raudoituselementtien valmistuksessa tulee kiinnittää huomiota mm. taivutussäteisiin, sidoksiin sekä tankojen pinnanlaatuun. Jos raudoitteet kootaan hitsaamalla, on valvojan vaadittava selvitys laadunvalvonnasta. Jos hitsausta tapahtuu muualla kuin raudoitteiden valmistuspaikalla, on aina selvitettävä, tapahtuuko se kaikkia ohjeita ja määräyksiä noudattaen.



- (2.31) Raudoitteiden mitat on valmistajan tarkistettava siten, että raudoitus muottiin asennettuna täyttää asetetut tarkkuusvaatimukset. Tällöin on otettava huomioon muottien mahdolliset mittapoikkeamat ja tarvittavat työvarat. Valvoja ei saa hyväksyä raudoitusta, vaikka raudoitteet olisivat tarkalleen suunnitelmassa esitettyjen nimellismittojen mukaisia, jos se ei täytä sijoitukselle, lähinnä suojaavalle betonikerrokselle asetettuja tarkkuusvaatimuksia. Valmistajaa voi kehoittaa kokeilemaan raudoitteiden sopivuutta ennenkuin niiden sarjavalmistus aloitetaan.

Raudoituksen tarkastuksessa on kiinnitettävä huomiota myös sidelankoihin ja irrallisiin langanpätkiin. On täysin kohutuullista vaatia, että sidelankojen päät taivutetaan sisäänpäin ja että suojaavassa betonikerroksessa ei ole muitakaan ruostuvia langanpätkiä. Sinkittyjä sidelankoja voi jäädä lähemmäksikin betonipintaa.

Yleensä ei ole mahdollista, että valvoja pystyy tarkastamaan kaikkien elementtien raudoituksen. Se tehtävä kuuluu-kin valmistajan laaduntarkkailulle. Valvojan tulee ohjein ja pistokoetarkastuksin varmistaa, että tarkastukset tulevat tehdyksi ja vaadittu työntarkkuus saavutetaan. Jos valvoja havaitsee työnsuorituksessa tai tarkastuksessa huolimattomuutta tai muita seikkoja, jotka saattavat johtaa huonoon lopputulokseen, tulee hänen huomauttaa siitä valmistajalle sekä saattaa se valvontamuistiossa työn vastaanottajan tietoon. Lisäksi hän voi itsekin tehostaa tarkastustaan mm. suorittamalla magneettisia mittauksia enemmän kuin pistokokein.

## 2.32 T a r t u n t a j ä n t e e t   j a   n i i d e n j ä n n i t t ä m i n e n

Valmistajan laaduntarkkailun tulee pitää huolta siitä, että jänteet ovat puhtaita, kun ne asennetaan ja jännitetään. Koska puhdistustyö yleensäkin ja öljyyntyneiden punosten puhdistaminen varsinkin edellyttää miltei ylivoimaista huo-



- (2.32) lellisuutta, on valvojan likaantuneita ja ruostuneita jäniteitä havaitessaan suoritettava tarkastus vielä puhdistamisen jälkeenkin. Läpiöljyyntyneitten punosten käyttö on syytä kieltää kokonaan. (Vrt. 2.24)

Jänteiden asemat tulee valvojan tarkastaa ensimmäistä jonoa tehtäessä. Mahdollisia virhelähteitä ovat mm: suunnitelmissa olevat ristiriitaisuudet, suunnitelmien väärä tulkinta ja muoteissa tai alustassa olevat mutkat. Valmistuksen aikana jänteiden asemasta ei sen jälkeen yleensä ole huolta. Pistokoemittaukset ovat kuitenkin suotavia.

Jännittämisvaiheen merkitys työntulokseen huomioon ottaen tulisi valvojan olla läsnä ainakin ensimmäisiä jännitystöitä tehtäessä ja samalla tarkastaa, että jännittämissuunnitelma on laadittu asianmukaisesti. Suositeltavaa on, että valvoja pyytää jännittämissuunnitelman etukäteen voidakseen perehtyä siihen yksityiskohtaisesti ja tarpeen vaatiessa kysyä neuvoa asiantuntijoilta. Työtä aloitettaessa pitää osapuolten sopia valvonnan laajuudesta yksityiskohtaisesti.

Jännittämisvaiheeseen liittyviä tarkastuksen kohteita ovat mm:

- laitteiden toimintavarmuus ja kalibrointi
- mittauslaitteiden vakaus
- mittausten suoritustapa
- venymien tarkistusmittaukset

Suorien jänteiden jännitystila on tasainen koko janteen pituudelta, ellei muotissa ole venymästä aiheutuvaa liikkettä estäviä väliseiniä tai muita esteitä. Taitteellisten jänteiden jännitystila on sen sijaan riippuvainen taitterulien aiheuttamasta kitkasta. On suotavaa, että jokaisesta jonosta mitataan jänteiden venymiä siten, että suoristettuun janteeseen merkitään mittauskohdat esim. 5 m etäisyyksille ennen jännitystä ja jännityksen jälkeen mitataan merkkien väli uudelleen.



(2.32) Venymän tulee olla:

$$\Delta L = \frac{\epsilon_{pi}}{E_{pk}} L = \frac{P_i L}{A_p E_{pk}}$$

$L$  = mittapituus

$\epsilon_{pi}$  = jänneteräksen alkujännitys

$P_i$  = jännevoima

$A_p$  = jänteen poikkileikkauksen pinta-ala

$E_{pk}$  = jännepunoksen karakteristinen kimmokerroin

Mittaamalla venymiä suorista jännteistä voidaan tarkistaa mm. jännityslaitteiden tarkkuus. Myös lukitus- ja ankkurilaitteiden toiminta tulee mittauksessa ilmi. Taitteellisten jännteiden jännitystilän selvittämiseksi tällainen mittaus on aivan välttämätön.

Valvoja voi sopia valmistajan laaduntarkkailun kanssa siitä, onko hän aina paikalla mittauksia tehtäessä vai voiko laaduntarkkailu suorittaa mittaukset itse. Tärkeää on varmistaa, että mittaukset tulevat luotettavasti suoritetuiksi ja että jännitystila täyttää työselityksessä annetut tarkkuusvaatimukset.

Jännittämispöytäkirjat tulee valvojan tarkastaa huolella sekä varmistaa, että niissä ilmoitetut tiedot ovat oikeita. Havaitessaan puutteita taikka epämääräisyyttä mittauksissa tai muissa selvityksissä, tulee valvojan huomauttaa siitä valmistajalle sekä tehdä merkinnät valvonta muistioon ellei niitä voida tehdä suoraan jännittämispöytäkirjaan.

### 2.33 Ankkurijännteet ja suojaputket

Ankkurijännteillä jännitetyt elementit ovat harvinaisia. Kysymykseen voivat tulla esim. elementit, joihin tulee vain kaapelikanavat. Jännteet työnnetään kanaviin vasta asennuksen yhteydessä.



(2.33) Oleellisia asioita valvonnan kannalta ovat mm:

- jänneiden oikea muoto ja asema
- suojaputkien riittävä tuenta
- ankkureiden asento ja asema
- suojaputkien tiiviys

On huomattava, että varsinkin tyhjät suojaputket ovat herkkiä siirtymään pois paikoiltaan betonoinnin aikana. Niiden tukemiseen ja sitomiseen tulee valvojan kiinnittää erikoista huomiota.

Ankkurijänneistä ja suojaputkista puhutaan enemmän paikalla valettujen betonirakenteiden yhteydessä.

#### 2.34 Erikoisosat

Elementteihin kiinnitettäviin erikoisosiin on valvojan suhtauduttava kaikella vakavuudella. Hänen tulee ensinnäkin varmistaa, että myös näiden osien kelpoisuus varmistetaan, ennenkuin ne kiinnitetään elementteihin.

Asennustarkkuudesta on työselityksessä annettu yleisiä ohjeita. Tässä valvontaohjeessa on vielä syytä korostaa, että tärkeätä on selvittää erikoisosien käyttötarkoitus ja siihen liittyvät ns. toiminnalliset tarkkuusvaatimukset. Erikoisen tärkeää tämä on silloin, kun valmistaja tekee vain elementit ja asennuksesta huolehtii joku muu.

Valvojan tulee ottaa huomioon, että asennustarkkuutta voidaan arvostella vasta sitten, kun kiinnitys muotteihin on täysin luotettava. Vain nostolenkit ja vastaavat kiinnityslaitteet voidaan kiinnittää raudoitukseen.

Työselityksessä on valmistajaa velvoitettu tarkistamaan, että erikoisosiin ei jää ilmataskuja sekä sopimaan valvojan kanssa korjaustoimenpiteistä. Aloitteentekovelvollisuus tässä asiassa kuuluu yhtä hyvin valvojalle, jonka tulee ottaa yhteyttä suunnittelijaan. Sen lisäksi, että on tär-



- (2.34) keätä selvittää lujuuteen liittyvät tekijät, on suunnittelijan hyvä saada tietää suunnitelmassa olevista virheistä tai puutteista sekä valmistukseen liittyvistä vaikeuksista.

## 2.4 B e t o n o i m i n e n

### 2.41 Esivalmistelut

Betonointisuunnitelma on yleensä vaadittava tehtäväksi kirjallisena ja aina ennen betonoinnin aloittamista. Valvojan tulee tehdä muistioonsa merkinnät betonointisuunnitelman laatimisesta ja tarkastamisesta sekä tekemistään huomautuksista sen sisällön tai esitystavan suhteen. Suunnitelman laatimisen ja tarkastamisen tarkoituksena on ohjata valmistajaa yksityiskohtaiseen työsuunnitteluun, jolla on työn laatutasoa ja laadun tasalaatuisuutta edistävä vaikutus.

Muottien ja raudoituksen tarkastus ennen valua kuuluu valmistajan laaduntarkkailulle. Valvojan tulee varmistaa, että tarkastukset tulevat tehdyiksi sekä osallistua tarkastuksiin, jos sattuu olemaan paikalla.

Työselityksessä on valmistajaa velvoitettu järjestämään betonointiolosuhteet suotuisiksi. Valvojan tulee arvostella suojaustoimenpiteiden tarpeellisuutta ja tehokkuutta ottaen huomioon mm. elementtien mittasuhteet, valupaikka ja vuorokaudenaika. Säätilan vaihteluihin on aina varauduttava.

### 2.42 Massan ominaisuudet

Eräs betonointisuunnitelman tärkeimmistä asioista on massan ominaisuuksien määrittäminen siten, että betonointi onnistuu luotettavasti ja valmiit elementit täyttävät kaikki niille asetetut vaatimukset. Betonista aineosineen on kirjoitettu kohdassa 2.12. Betonimassan ominaisuuksista on tietoa mm. lähteessä (33) otsikon 3.1 "Betonimassan suhteitus ja ominaisuudet" alla.



- (2.42) Betonimassan muokkautuvuuteen vaikuttavat koossapysyvyys, tiivistyvyys ja notkeus. Näistä vain viimeksi mainittua ominaisuutta voidaan mitata standardisoiduilla kokeilla. Muista voidaan tehdä silmämääräisiä havaintoja.

Elementtien mittasuhteet ja raudoitus edellyttävät yleensä notkeaa massaa, jonka maksimiraekoko on pieni. Pyrkimys lyhyeen kovettumisaikaan antaa valmistajalle aiheen suhteittaa betoni vaadittua loppulujuutta lujemmaksi ja/tai käyttää lämmitettyä massaa kovettumisen jouduttamiseksi. Kaikilla e.m. seikoilla on betonin pitkäaikaisia muodonmuutoksia lisääviä vaikutuksia, joten betonin ominaisuuksien valinta on optimin etsimistä, johon valvojankin tulee mahdollisuuksiensa mukaan osallistua. Jos hankkeeseen kuuluu mittasuhteiltaan erilaisia elementtejä, on valvojan vaadittava, että kullekin elementtityypille tehdään sen mittasuhteille sopiva massa.

Massan notkeuden ja ilmapitoisuuden mittaukset hoitaa valmistajan laaduntarkkailu betonointisuunnitelman mukaisesti. Valvojan on syytä erikoistapauksissa harkita, vaikuttaako massan siirto ja käsittely ilmapitoisuuteen. Hän voi myös vaatia tehtäväksi vertailumittauksia sekoittimella jo valupaikalla. Jos eroja esiintyy, on valupaikalla tehtyjä kokeita pidettävä luotettavampina.

Massan ominaisuudet voivat vaihdella huomattavasti, vaikka standardisoitu kelpoisuuskoe antaisikin hyväksyttävän tuloksen. Jännitetyissä elementeissä varsinkin betonin hiipumalla ja kutistumisella on oleellinen vaikutus lujuuteen ja muodonmuutoksiin. Tämän johdosta on tärkeätä, että valvoja perehtyy massan ominaisuuksien valintaa sekä merkitsee muistiin tekemänsä havainnot ja johtopäätökset.

## 2.43 Muottiinpano ja tiivistäminen

Muottiinpano ja tiivistäminen vaatii onnistuakseen järjestelmällisyyttä ja huolellisuutta. Kullakin tehtaalla lienee oma "hyväksi" koettu työtapansa. Työntekijöillä saattaa



- (2.43) myös olla omia asenteita tai ammatissa opittuja niksejä, joista he eivät hevillä luovu. Lähteessä (33) on luvussa 6.2 "Betonointi" käsitelty asiaa verraten yksityiskohtaisesti. Valvojan kannattaa tutustua myös lukuun 6.5 "Betonointivirheet ja niiden ehkäiseminen".

Elementtien raudoitus on yleensä niin tiheä, että betonimassan pudottamista raudoituksen läpi ei voida kokonaan välttää. Valvojan tulee tarkkailla, tapahtuuko erottumista, jääkö kiviä raudoituksen rakoihin ja pääseekö massa kuivumaan tankojen ympärille, ennenkuin ne hautautuvat betonin sisään. Jos elementeissä havaitaan harvavalua, on syytä selvittää, mieluimmin valmistajan laaduntarkkailun kanssa yhdessä, onko muottiinpanossa ja tiivistämisessä parantamisen aihetta vai ovatko massan ominaisuudet sopimattomat.

Valvojalla on harvoin tarpeeksi asiantuntemusta pystyäseen arvostelemaan tiivistämislaitteiden tehokkuutta. Sen sijaan työn huolellisuuteen ja järjestelmällisyyteen hän voi aina kiinnittää huomiota. Huolellinen työ pienentää epäonnistumisen todennäköisyyttä. Kaikkien vikojen ei tarvitse tulla näkyviin ja paikatusta pinnasta ei voi tulla virheettömän veroista.

#### 2.44 Avopintojen viimeistely

Valvojan tulee arvostella pintojen viimeistelyn laatua valmiin työn perusteella. On hyvä, että työtä aloitettaessa tarkastus voidaan tehdä ennen betonin kovettumista, jolloin korjaaminen on vielä mahdollista. Erikoiskäsittelyä vaativat pinnat on aina tarkastettava joko koekappeleista tai ensimmäisistä elementeistä, ennenkuin tuotanto täysitehoisesti käynnistetään. Jos laatuvaatimukset eivät ole yksikäsitteiset, on syytä kutsua suunnittelija tai muu suunnitelmista vastaava henkilö paikalle arvostelemaan ja hyväksymään pintakäsittelyn laatutaso. Tämän jälkeen valvojan tehtävänä on pitää huolta, että sovittu laatutaso saavutetaan.



- (2.44) Työsaumapinnat vaativat tavallaan myös erikoiskäsittelyä. Valvojan on huolehdittava, että työselityksessä esitetyt vaatimukset tulevat täytetyiksi. Työsaumapintojen tulee olla muodoltaan ja korkeustasoltaan suunnitelman mukaisia. Liiasta betonista saattaa olla enemmän haittaa kuin vaa-  
jaasta valusta. Terästen puhdistus kuivuneista betoni-  
roiskeista kuuluu myös viimeistelyyn.

Halkeamat tulevat esille vasta betonin kovetuttua. Ne voi-  
vat olla seurausta massan ominaisuuksista, tiivistämisestä,  
kutistumista haittaavista muotin osista, epäedullisista  
jälkihoitotoimenpiteistä sekä myös väärin ajoitetusta ja  
suoritetusta pintojen viimeistelystä. Valvojan tulee hal-  
keamia havaitessaan pyrkiä valmistajan laaduntarkkailun  
kanssa selvittämään syyt niiden syntymiseen sekä edesaut-  
tamaan sellaisten toimenpiteiden keksimisessä, joilla hal-  
keamien syntymistä voidaan vähentää. Tässä yhteydessä on  
syytä myös selvittää sallittava halkeaman leveys sekä mah-  
dolliset korjaustoimenpiteet.

#### 2.45 Koekappaleiden tekeminen ja säilyttäminen

Koekappaleiden teon rationalisoinnin takia on työselitykses-  
sä annettu mahdollisuus ottaa näytteen koekappaleita var-  
ten massan valmistuspaikalla. Valvojan on kuitenkin kiinni-  
tettävä huomiota massan siirron eri vaiheisiin sekä mah-  
dollisiin, silmin havaittaviin muutoksiin massan ominai-  
suuksissa sen kulkiessa sekoittimelta valupaikalle. Esi-  
merkiksi nesteytetty betoni voi kohtuullisenkin siirron  
aikana menettää hyvän muokkautuvuutensa. Aiheen ilmaantu-  
essa on valvojan vaadittava massanäytteet otettavaksi  
valupaikalta. Koekappaleet voidaan tehdä siellä, missä  
siihen on parhaat edellytykset, kunhan vain massannäytteen  
siirtoaika on lyhyt.

Valvojan tulee perehtyä tarkoin koekappaleiden säilytykseen.  
Kelpoisuuskokeita varten tehtyjen kappaleiden säilytys on  
standardisoitu (1/5). Betonin lujuuden kehityksen toteami-  
seksi tarkoitettujen koekappaleiden säilytyksessä sitä  
vastoin saattaa olla virheitä tai huolimattomuutta. Koe-



- (2.45) kappaleiden lujuus saattaa erota huomattavastikin elementtien lujuudesta. Varsinkin silloin, kun määritetään elementtien laukaisulujuutta, on valvojan oltava tarkkana koekappaleiden säilytyksen suhteen. Esimerkiksi muovisuijuksen yläosassa saattaa lämpötila olla korkeampi kuin elementin alaosien tasossa. Turhaan tarkkuuteen ei valvojan kuitenkaan tule pyrkiä, koska koekappaleiden lujuus ja lujuudenkehitys on harvoin sama kuin elementillä, vaikka säilytysolosuhteet olisivat täysin samanlaiset.

Työselityksessä kehoitetaan valmistajaa sopimaan valvojan kanssa, missä laajuudessa valvoja seuraa koekappaleiden tekemistä. On suotavaa, että valvoja seuraisi muutaman kerran työn alkuvaiheessa näytteiden ottoa ja koekappaleiden valmistusta. Kerta pari myöhemminkin olisi vielä paikallaan. Tarkoitus on vain päästä perille siitä, miten valmistajan laaduntarkkailu hoitaa velvollisuutensa.

## 2.46 Merkinnot

Valvojan tulee varmistaa, että merkinnot elementteihin tehdään selkeästi ja pysyvästi ja että annetut tiedot ovat oikeita.

Työtä aloitettaessa on selvitettävä valmistajan suunnitelma merkeistä, niiden sijoittamisesta elementteihin sekä merkintöjen tekemisen ajankohta. Myöskin se, kenen velvollisuus merkintöjen tekeminen on, on syytä kysyä.

Työselityksessä annetuista ohjeista on pyrittävä pitämään kiinni. Jos merkintöjen stanssaaminen metallilipukkeisiin tuottaa vaikeuksia, voi valvoja hyväksyä muutkin sellaiset merkintätavat, jotka kestävät sään vaikutuksen ja pysyvät kiinni käsittelyn eri vaiheissa. Merkinnot tulee aina vaatia tehtäväksi tai kiinnitettäväksi silloin, kun betoni on tuoretta. Merkkien vaihtaminen tai muuttaminen ei saa tulla kysymykseen ilman valvojan lupaa.

Valvojan tulee tarkastaa, että elementteihin tehdyt merkin-



(2.46) näät ovat rakennesuunnitelman mukaisia ja yhtäpitäviä valvontakorttien ja betonointipöytäkirjojen kanssa.

## 2.5 Jälkihoito ja varastoinen

### 2.51 Yleistä

Betonoinnin jälkeiset vaiheet vaikuttavat huomattavasti elementtien ominaisuuksiin, joten kysymyksessä on valvonnan kannalta tärkeä osatehtävä. Ensimmäiseksi on syytä varmistaa, että valmistaja ymmärtää myös asian merkityksen ja on ottanut sen tuotannon suunnittelussa huomioon.

### 2.52 Kovettumisolosuhteet

Betonin kovettumisen kannalta haitallisia asioita ovat mm:

- kosteuden puute
- epätasainen kosteus
- liian alhainen tai liian korkea lämpötila
- lämpötilaerot

Kosteuden tarkkailussa on tyydyttävä seuraamaan elementtien käsittelyvaihetta sekä toimenpiteitä, joilla kosteuden haihtuminen estetään. Vaikka kosteudella onkin eniten merkitystä betonin kovettumisen alkuvaiheissa, voi esim. epätasainen kuivuminen varastoinnin aikana aiheuttaa vielä haitallisia muodonmuutoksia.

Lämpötilasta voidaan tehdä havaintoja. Valvojan tulee huolehtia siitä, että lämpötilamittauksia tehdään riittävästi sekä ajan että paikan suhteen. Työselityksessä mainitun lujuuskadon selvittämiseksi on mittarit sijoitettava elementin massiivisimpiin kohtiin. Havaintoja on tehtävä muutamien tunnin väliajoin siitä lähtien, kun betoni alkaa sitoutua siihen saakka, kun lämpötila alkaa laskea. Myös maksimilämpömittaria voidaan käyttää. Jos kysymyksessä on lujuuden kehityksen seuraaminen, on mittauskohdiksi valittava myös elementtien ohuimpia osia sekä kohtia, joihin li-sälämpö ei vaikuta tehokkaasti.



- (2.52) Työselityksessä on ohjeellisena mainittu, että lujuuden kehityksen tarkkailu voitaisiin lopettaa sen jälkeen, kun 80 % loppulujuudesta on saavutettu, jos elementit varastoidaan sen jälkeen lämpimään tilaan. Koska jännitettyjen elementtien laukaisulujuus on vähintään 80 %, ei niiden lujuuden kehitystä tarvitse yleensä jatkaa jännittämisen jälkeen. Valvoja voi sallia lujuuden kehitystä palvelevan lämpötilan tarkkailun lopetettavaksi aikaisemminkin, kuin mitä edellä on mainittu, jos hän pystyy muuten varmistumaan siitä, että elementit saavuttavat riittävän lujuuden käsittelyn eri vaiheissa. Tästä on tehtävä merkintä kelpoisuuskirjaan sekä kirjoitettava perustelut valvontamuistioon.

## 2.53 Muottien purku

Elementtien monimuotoisuuden takia ei yksikäsitteistä ohjetta muottien purkuajankohdasta voida antaa. Valvojan tulee tarkkailla elementtejä havaitakseen mahdollisia purkuun liittyviä vaurioita. Myös niissä tapauksissa, joissa muottien purkulujuus tai purkamisen ajankohta on annettu suunnitelmassa, on valvojan puututtava asiaan, jos vaurioita ilmenee. Ellei vikaa löydy muottikalustosta tai sen käsittelystä, on otettava yhteyttä suunnittelijaan tai suunnitelmista vastaavaan henkilöön purkulujuuden tarkistamista varten.

Muottien purkamisen jälkeen nopeutuu veden haihtuminen oleellisesti, ellei toimenpiteisiin kosteuden säilyttämiseksi ryhdytä välittömästi.

## 2.54 Siirrot

Valvojan tulee vaatia valmistajaa osoittamaan, että betonin lujuus siirtovaiheessa on riittävä. Jos elementtien siirtolujuus on annettu suunnitelmassa, riittää betonin lujuuden kehityksen selvittäminen. Ellei siirtolujuutta ole merkitty suunnitelmaan, tulee valmistajan selvittää se laskelmin. Jos valvoja arvioi, että tämä on valmista-



- (2.54) jalle kohtuuttoman vaikeaa, voi hän itse suorittaa tarvittavat laskelmat tai pyytää suunnittelijaa ilmoittamaan siirtolujuuden. Elementit voivat tietenkin olla myös niin pieniä tai muodoiltaan sellaisia, että laskelmia ei tarvitse tehdä. Riittää, kun siirtoaajankohta määritetään kokeilemalla, jolloin valvojan tulee tarkastaa, että elementteihin ei siirron aikana synny vaurioita. Edellyttäen, että betonin kovettumisolosuhteet pysyvät vakioina, voidaan nostoaajankohta tällöin määrittää kovettumisiän perusteella.

Siirtojen yhteydessä tulee valvojan vielä tarkastaa, että nostolenkit ja muut kiinnityslaitteet ovat suunnitelman ja/tai viranomaismääräysten mukaisia sekä suunnitelmaan merkityillä kohdilla. Jos ne saavat noston aikana epäilyttäviä muodonmuutoksia tai rikkovat betonia, on havainnoista ilmoitettava valmistajalle ja suunnittelijalle sekä merkittävä asia muistioon.

Valvojan tulisi järjestää käyntinsä siten, että hän voi joskus, mieluummin työn alussa, olla seuraamassa siirtojen suorittamista. Huomiota tulee kiinnittää nostojen ja lastojen tasaisuuteen sekä kolhujen välttämiseen. Jos nostossa tai muissa siirtovaiheissa tapahtuu äkillisiä nopeuden muutoksia eli nykäyksiä, lisääntyvät elementtien rasitukset oman painon pysyvään vaikutukseen verrattuna huomattavasti. Huolellinen ja tasainen siirtokin edellyttää jo säsäyskerrointa n. 1,5. Lohjenneista nurkista tulee valvojan heti huomauttaa ja korostaa työselityksessä olevaa mainintaa niiden elementtejä heikentävästä vaikutuksesta.

Nostoja seuratessaan tulee valvojan ottaa huomioon, että oman painon aiheuttama kuormitustila voi pitkissä ja hoi-kissa teräsbetonielementeissä aiheuttaa siirtovaiheessa asiaan kuuluvaa betonin vetolujuuden ylittymistä eli halkeilua. Halkeamat ovat tällöin ohuita "hiushalkeamia" ja niitä on verraten tiheässä. Ne painuvat kiinni ja näkymättömiin, kun elementti asetetaan jännityksettömään tilaan.

Siirron aikana ei saa syntyä sellaisia halkeamia, jotka ovat auki vielä jännitystilan lauettuakin. Toisaalta tulee



- (2.54) valvojan myös huomata, että järjestämällä tarkastuksen ajaksi puristusjännitys elementin halkeilleelle sivulle, voidaan suuremmatkin halkeamat painaa tilapäisesti umpeen tai rajoittaa niiden leveyttä.

## 2.55 Varastoiminen

Pysyvät jännitystilat varastoinnin aikana voivat helposti aiheuttaa elementteihin palautumattomia muodonmuutoksia. Valvojan tulee huolehtia siitä, että elementit varastoidaan työselityksessä annettujen ohjeiden mukaisesti tai muulla tavalla siten, että niiden laatu ei varastoinnin aikana huonone.

Työtä aloitettaessa on valvojan sovittava valmistajan kanssa, missä vaiheessa valmiit elementit tarkastetaan. Jos tarkastustapahtuu varastossa, on varastointi järjestettävä siten, että tarkastus voidaan tehdä riittävän perusteellisesti.

## 2.56 Elementtien viimeistely

Paikkamassan tarttuvuuden takia on valuhuokokset sekä vastaavat kolot ja reiät täytettävä välittömästi muottien purkamisen jälkeen. Kiireen varjolla ei valmistaja kuitenkaan saa peittää kaikkia vikoja, ennenkuin valvoja on ehtinyt nähdä ne. Mm. harvavalukohdat tulee valvojan tarkastaa ennen niiden korjaamista. (Vrt. 1.5)

On suotavaa, että valvoja on läsnä purettaessa ensimmäisiä elementtejä muoteista, jolloin hän voi tehdä päätelmiä pintojen laatutasosta ja korjaustarpeesta. Tällöin hän voi myös sopia valmistajan laaduntarkkailun kanssa siitä, minäläiset pinnat valmistaja saa viimeistellä ilman valvojan tarkastusta.

Viimeistelyä tulee arvostella työn tuloksen eikä työtavan perusteella. Huonoksi koetusta työtavasta tulee valvojan



- (2.56) kuitenkin huomauttaa valmistajalle ja tehdä tästä asiaan kuuluvat muistiinpanot.

Halkeamien täyttäminen kuuluu niihin korjaustoimenpiteisiin, joista on vaadittava suunnitelma. Valvojan ei tule hyväksyä halkeamien täyttämistä sivelemällä tai muulla vastaavalla tavalla, ellei rakennuttajan asiantuntija pidä sitä poikkeustapauksessa riittävänä.

## 2.6 Elementtien jännittäminen

### 2.61 Betonin lujuus jännityshetkellä

Valvojan tulee varmistaa, että valmistaja osoittaa betonin saavuttaneen riittävän laukaisulujuuden työselityksessä annettujen ohjeiden mukaisesti tai muulla luotettavalla tavalla. Lämpöastevuorokausiin tai kovettumisikään perustuvia lujuuden määrityksiä ei voida pitää tarpeeksi luotettavina.

### 2.62 Laukaiseminen

Työselityksessä vaaditaan, että laukaisun tulee tapahtua symmetrisesti ja tasaisesti. Äkillinen jänteen katkaisu heikentää tartuntaa ja lisää ns. jännityshäviötä.

Ohjeissa suositeltua hitsausliekillä katkaisua voivat jotkut valmistajat pitää kohtuuttoman hankalana. Mikäli olosuhteet huomioon ottaen laitteiden siirtäminen katkaisukohdasta toiseen on ylivoimaisen työlästä, voi valvoja hyväksyä muunkin sellaisen katkaisutavan, jossa punos katkeaa hitaasti säie kerrallaan. Jänneet tulee aina katkaista symmetrisesti yksi kerrallaan, ellei suunnitelmassa ole esitetty muuta järjestystä.

Ellei taivutettujen jänneiden laukaisemisesta ole ohjeita rakennesuunnitelmassa, on valvojan ehdottomasti vaadittava, että valmistaja tekee ne, ennenkuin ensimmäinen jono laukaistaan.



## 2.63 Ankkurijänteiden jännittäminen ja injektointi

Ankkurijänteiden jännittämisessä tulisi valvojan olla aina paikalla. Hänen tulee perehtyä tarkoin laitteiden toimintaan voidakseen tehdä itsekin mittauksia ja lukemahavain-  
toja.

Lupaa kaapelikanavien injektointiin ei saa antaa, ennenkuin jännitystyö on sovitulla tavalla hyväksytty. Injektointimas-  
san kelpoisuus on osoitettava työnaikaisilla kokeilla. Ellei ole käytettävissä tietoja aikaisemmin suoritetuista  
kokeista, on massasta tehtävä myös ennakkokokeet. On suota-  
vaa, että valvoja on paikalla myös injektointia suoritet-  
taessa.

## 3. KULJETUS

### 3.1 Yleistä

Valvojan tulee varmistaa hyvissä ajoin ennen kuljetuksen  
alkamista, että valmistaja on varannut tarkoitukseen kalus-  
ton, johon elementit voidaan tukea suunnitelmassa annettu-  
jen ohjeiden mukaan.

Jos kaluston takia tai muista syistä elementtejä joudutaan  
vahvistamaan kuljetuksen ajaksi, tulee valvojan kehoittaa  
valmistajaa hankkimaan vahvistussuunnitelmat hyvissä  
ajoin, jotta ne ehditään tarkastaa. Tarkastuksessa tulee  
valvojan yleensä käyttää asiantuntija-apua hyväkseen.

### 3.2 Tuentaa ajoneuvoon

Elementtien lastaaminen ajoneuvoon on myös työvaihe, jonka  
seuraamiseen valvojalta tulisi liietä aikaa. Tällöin tulee  
varmistaa, että lastaamisen ja kuljettamisen suorittavat  
henkilöt tuntevat elementtien tuentaa ja käsittelyä koske-  
vat ohjeet. Tuentakohtien merkintä elementteihin sekä kir-  
jalliset käsittelyohjeet ovat suositeltavia.



- (3.2) Valvojan tulee harkita, milloin alustan rakenteesta tai muista syistä johtuen valmistajalta on vaadittava selvitys elementtien rasituksista kuljetuksen aikana.

Havaitessaan, että elementtejä ei ole tuettu ajoneuvoon ohjeiden mukaisesti tai että kuljetus voi muuten vahingoittaa elementtejä, on valvojan kiellettävä kuljetuksen suorittaminen ilmoittamalla siitä valmistajalle jatekemälä asianmukaiset muistiinpanomerkinnät. Mikäli elementti on jo ehditty tukea väärin kuljetusalustalle ja ehkä kuljettaakin, on hänen saatettava tämä viipymättä rakennuttajan edustajan tietoon. Tällaiset elementit, on merkittävä selvästi, jotta ne voidaan myöhemmin varmuudella tunnistaa. Neuvoteltuaan ensin suunnittelijan tai muun asiantuntijan kanssa, voi valvoja pyytää valmistajaa esittämään, millaisilla tutkimuksilla ohjeiden vastaisesti käsiteltyjen elementtien kelpoisuus voidaan selvittää.

#### 4. ASENNUS

##### 4.1 A s e n n u s s u u n n i t e l m a

Valvojan tulee yleensä vaatia, että asennussuunnitelma laaditaan kirjallisesti. Tarkastukseen ja täydennykseen on varattava riittävästi aikaa. Tilannetta, jossa asennussuunnitelma on vielä tekemättä tai tarkastamatta, mutta nosturikalusto ja kuljetukset on jo tilattu huomiseksi, ei saisi päästä syntymään.

##### 4.2 K a l u s t o

Asennuskaluston laatu ja kunto voi olla esimerkiksi säästäväisyyssyistä puutteellinen. Nosturin kapasiteetti tai hallintalaitteet voivat olla sellaiset, että elementtejä ei saada hallitusti ja luotettavasti oantua paikoilleen. Hitsauslaitteet ja betonitäryttimet voivat olla työmäärän pienuuden takia liian heikkotehoista. Valvojan tulee kiinnittää kaluston kelpoisuuteen huomiota ja tehdä tarpeen vaatiessa esityksiä asiantilan korjaamiseksi.



#### 4.3 P a i k o i l l e e n p a n o

Valvojan tulee varmistaa, että rakenteisiin ei kiinnitetä elementejä, jotka eivät täytä asetettuja laatuvaatimuksia.

Asennusjärjestyksen valinta on työkohtainen asia. Asennussuunnitelmassa se tulisi esittää yksityiskohtaisesti, jotta valvoja voi todeta, tulevatko työselityksen puolella esitetyt näkökohdat otetuksi huomioon.

#### 4.4 T y ö n a i k a i n e n t u e n t a

Valvojan ei edellytetä pystyvän päättämään, milloin työaikainen tuenta on tarpeen, ellei sitä ole esitetty rakennesuunnitelmassa. Hän voi kuitenkin kokemuksensa ja havaintojensa perusteella kehoittaa valmistajaa selvittämään tuennan tarpeellisuus. Valvottavia asioita sitä vastoin ovat: tuentasuunnitelman noudattaminen ja tukien kiinnikkeistä ja muista syistä aiheutuvien vikojen välttäminen.

#### 4.5 J u o t o s v a l u t

Valvojan tehtävänä on saada valmistaja vakuuttuneeksi juotosvalulle asetetuista kaikista vaatimuksista. Tämä käy parhaiten juotossuunnitelman yhteydessä. Jos valvoja hyväksyy suunnitelman suullisena, tulee hänen merkitä muistioonsa oleelliset osat siitä. Suhtautumisessaan juotosvaluihin valvoja voi ottaa huomioon sauman täytteen merkityksen rakenteen toiminnan kannalta.

#### 4.6 H i t s a u k s e t

Betonielementtien asennukseen liittyvät hitsaukset ovat yleensä hankalampia kuin hitsaustyö konepajassa:

- olosuhteet ovat yleensä vaikeammat
- osien yhteensopivuus huonompi
- kalusto vaatimattomampi
- ammattitaidossakin voi olla toivomisen varaa



- (4.6) Jos asennussuunnitelman hitsausta koskeva osa on seikka-peräinen, on toiveita, että itse työkin sujuu hyvin. Huonoja olosuhteita voi parantaa suojauksilla. Ammattimiehiä ja kunnollisia laitteita voidaan vaatia, vaikka kyseessä olisi vain tunnin työ. Hitsausten luotettavuudessa ei nimittäin ole yleensä tinkimisen varaa. Vaikka kiinnitys olisikin vain asennusaikaista vakavuutta varten, on rakenteen työaikainen varmuus ja sitä kautta työturvallisuus kuitenkin kysymyksessä.

Työselityksessä vaaditaan yksityiskohtaista hitsaussuunnitelmaa vain, jos hitsien laatuluokka on HL0, HL1 tai HL2. Tällaisen suunnitelman tarkastukseen tulee valvojan yleensä käyttää asiantuntijaa apuna. Hitseille asetetut vaatimukset on löydettävissä standardista SFS 2373. Tarkastuksessakin saattaa asiantuntijan apu olla paikallaan.

Jos hitsisaumojen laatuluokaksi on merkitty HLF, ei yksityiskohtaista hitsaussuunnitelmaa vaadita. Suositeltavaa on kuitenkin, että valvoja pyytää valmistajaa selvittämään suullisesti, miten hitsaukset hoidetaan. Pätevää hitsaajaa voidaan tällöin pitää onnistumisen parhaana edellytyksenä. Selvityksistä tulee merkitä pääkohdat muistiin. Jos hitsin laatuluokkaa ei ole merkitty rakennesuunnitelmaan, ei valvoja saa asiaa varmistamatta otaksua, että se kuuluu laatuluokkaan HLF.

Suunnitelmaan kuulumattomien hitsiliitosten suhteen on valvojan pitäydyttävä työselityksessä esitetyn kiellon takana. Rakenteissa saattaa kuitenkin olla liitoksia, jotka voidaan kiinnittää väliaikaisesti hitsaamalla, vaikka sitä ei ole suunnitelmassa osoitettu. Suunnittelija tai vastaava asiantuntija antaa tähän luvan.

#### 4.7 T ä y d e n n y s v a l u t

Täydennysvalujen valvonta on normaaliapaikallavalettujen rakenteiden valvontaa.



- (4.7) Valvojan tulee vaatia, että vähäisistäkin täydennysvaluista tehdään kelpoisuuskokeet. Määrältään vähäisiä täydennysvaluja saatetaan myös yrittää tehdä puutteellisella kalustolla ja ammattitaidolla. Helpotukset voivat tulla kysymykseen vain niissä tapauksissa, joissa suunnitelmasta käy selvästi ilmi, että kysymyksessä on vain täytevalu, jolta ei vaadita sanottavaa lujuutta.

#### 4.8 R a k e n t e e n j ä n n i t t ä m i n e n

Rakenteen kokoaminen elementeistä siten, että osat jännitetään yhteen, on yleensä erikoistekniikkaa. Asennussuunnitelma, jonka osa jännittämissuunnitelma on, liittyy tällöin kiinteästi rakennesuunnitelmaan. Työ saattaa edellyttää eriskoiskalustoa, jonka toiminta voi olla pitkälle automatisoitu.

Tällaisista töistä pitäisi tehdä työkohtainen valvontasuunnitelma. Valvojien perehdyttäminen työmenetelmiin ja kalustoon olisi myös paikallaan.

### 5. VIIMEISTELYTYÖT

#### 5.1 S a u m a u s

Valvojan tulee tarkastaa saumaustyö vaihe vaiheelta pystyäkseen varmistautumaan työn laadusta. Jatkuva valvonta saumaustyön aikana on siten suositeltavaa.

Ennen työn alkua tulee vaatia valmistajalta (asentajalta) esitystä käytettävistä saumausaineista ja tarvikkeista sekä selvitystä työmenetelmistä ja työolosuhteille asetetuista vaatimuksista. Arvostellessaan aineiden ja tarvikkeiden käyttökelpoisuutta tulee valvojan tarvittaessa turvautua asiantuntijan apuun.



(5.1) Valvottavia työvaiheita ovat:

- saumaraon puhdistus ja viimeistely
- pohjatäytteen asennus
- pohjusteen levitys
- sauman täyttäminen massalla
- sauman viimeistely

Valvojan tulee vaatia, että näkyviin jäävistä pinnoista poistetaan kaikki saumausaineista aiheutuneet tahrat heti saumaustyön yhteydessä.

5.2 E r i s t y s

Valvojan tulee tarkastaa, että pohjan valmistelu on tehty huolella. Lisäksi on suotavaa seurata työn edistymistä. Tarkkailtavia asioita ovat mm. säätila, eristettävien pintojen kosteus, sivelykerrosten peittävyys ja tasaisuus, maton esioikaisu ja lämpötila levitettäessä, bitumin lämpötila sekä maton reunojen ja saumojen tiiviys.

Tuotteista on vaadittava työselityksissä mainitut selvitykset. Pakkauksia, joiden alkuperä on epäilyttävä tai merkinnät puutteellisia ei saa hyväksyä ainakaan ilman lisäselvityksiä.

Rakenteen ja ympäristön sotkemisesta eristysaineilla on tarpeen vaatiessa varoitettava ja jo syntyneet jäljet vaadittava puhdistettavaksi.

5.3 P i n n o i t u s

Valvojan tulee pitää huolta siitä, että pienetkin teräspinnat suojataan huolellisesti korroosiolta, jotta rakenteiden ulkonäköä ei pienellä laiminlyönnillä pilattaisi tai tärkeät kiinnitysosat menettäisi kantokykyään syöpymisen seurauksena. Betonipintojen pinnoittamista ei saa missään tapauksessa sallia, ellei siitä ole asianmukaisesti hyväksyttyä suunnitelmaa.



- (5.3) Pinnoitustyötä on valvottava jatkuvasti. Uuden työvaiheen aloittamista ei tule sallia, ennenkuin edellinen on tarkastettu. Olosuhteiden muuttuessa epäedullisiksi on vaadittava työn keskeyttämistä. Sateen tai pakkasen takia taikka muista syistä epäonnistuneita kerroksia ei saa antaa peittää uusilla pinnoitteilla, ennenkuin on varmistettu, että niistä ei ole haittaa koko pinnoitteen kestävyydelle. Muussa tapauksessa ne on poistettava.

Oikean pohjakäsittelyn lisäksi pinnoitteen laatutekijöitä ovat mm: tasaiset ja riittävän paksut kerrokset, värisävyjen tasaisuus ja rajausten tarkkuus. Teräksestä voidaan pinnoitteen paksuus mitata joko magneettisella tai leikkaavalla mittarilla. Viimeksimainittua voitaneen käyttää myös betonipinnoissa. Betonipinnan epätasaisuus on kuitenkin otettava huomioon.

#### 5.4 M u u t v i i m e i s t e l y t y ö t

Rakenteen lopullinen viimeistely saattaa tuottaa vaikeuksia sen takia, että työtä pidetään vähäpätöisenä ja vähemmän tärkeänä. Siivoustyö voidaan katsoa jopa "ammattimiehelle" sopimattomaksi. Valvojan mielenkiinto ei saa kuitenkaan herpaantua, ennenkuin rakenne on täysin valmis ja ympäristö siistitty.